Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București Facultatea E.T.T.I.

Anul universitar 2024-2025

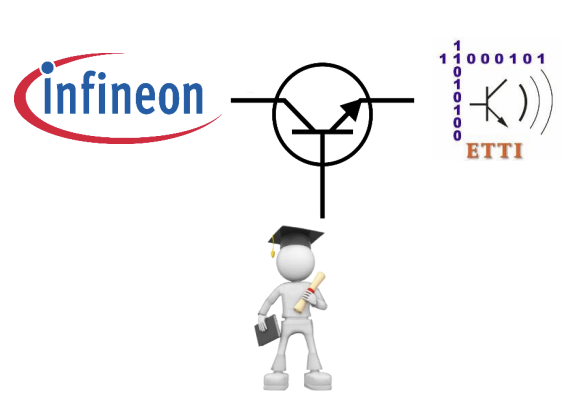
**Proiect 1**

**Proiectarea și realizarea**

**unui preamplificator audio**

**cu amplificarea controlată de tensiune**

**N = 2**

****

Coordonatori științifici Student Bahnaru Adina

Prof. dr. ing. Dragoș Dobrescu Grupa 434 B

Ș.l. dr. ing. Mădălin Moise

CUPRINS

I.Introducere..............................................................................................................3

II.Date inițiale de proiectare.....................................................................................3

• 2.1 Descrierea temei...............................................................................................3

• 2.2 Schema bloc a montajului electric....................................................................5

III. Conținutul tehnic al proiectului...........................................................................6

• 3.1 .Schema electrică a montajului electric............................................................6

• 3.2 Simulări în timp................................................................................................6

• 3.3 Punctele statice de funcționare.........................................................................8

• 3.4 Calcul punct static de funcționare – PSF........................................................11

• 3.5 Schema electrică cu puncte de testare și conectori.........................................12

• 3.6 Bill of Materials..............................................................................................13

IV. Proiectarea și realizarea circuitului în tehnologie SMT & PCB.......................14

• 4.1. Imaginea generală a layer-ului.......................................................................14

• 4.2 Imaginea structurii TOP..................................................................................15

• 4.3 Imaginea structurii BOTTOM.........................................................................15

• 4.4 Imaginea structurii SSTOP.............................................................................16

• 4.5 Imaginea structurii SPTOP.............................................................................16

• 4.6 Imaginea structurii SMTOP............................................................................17

• 4.7 Imaginea structurii FAB..................................................................................17

V.. Asamblare PCB.................................................................................................18

• 5.1 Unelte necesare ..............................................................................................18

• 5.2 Procedura de lipire .........................................................................................18

VI. Manual de utilizare............................................................................................18

VII. Concluzii..........................................................................................................19

VIII. Bibliografie.....................................................................................................19

1. Introducere

Un preamplificator audio controlat prin tensiune este o componentă esențială în sistemele audio moderne, conceput pentru a amplifica semnalele audio de nivel scăzut înainte de procesarea sau amplificarea suplimentară. Spre deosebire de preamplificatoarele tradiționale cu setări fixe de amplificare, acest dispozitiv permite ajustarea dinamică a câștigului pe baza unei tensiuni de control externe.

Această caracteristică oferă flexibilitate pentru aplicații care necesită control în timp real al câștigului, cum ar fi mixarea audio, compresia dinamică sau ajustările automate ale volumului. Integrarea controlului prin tensiune asigură o modulație precisă și lină a semnalului audio, menținând o fidelitate ridicată și minimizând distorsiunile, fiind astfel o alegere ideală pentru sistemele audio profesionale și configurațiile avansate de procesare a sunetului.

II. Date inițiale de proiectare

2.1. Descrierea temei

Să se proiecteze şi să se realizeze practic un preamplificator de audiofrecvență cu

control în tensiune având următoarele caracteristici:

• Tensiunea de alimentare unipolară (VCC=12 V). Semnalizarea prezenței tensiunii cu LED.

• Tensiune de intrare sinusoidală cu amplitudinea cuprinsă între 0 și 20 mV.

• Frecvența semnalului de intrare de 2 kHz.

• Tensiunea continuă de control a amplificării cuprinsă între 0 și 2 V.

• Amplificarea în tensiune controlată cuprinsă între 1 și 20.

• Rezistența de sarcină 700 Ω.

Pentru tehnologia SMT & PCB, circuitul va fi realizat sub forma unui modul electronic a cărui structură de interconectare (PCB) va respecta următoarele cerinţe de proiectare:

- Dimensiunile PCB: 40mm x 40mm;

- Material FR4, dublu strat/ grosimea foliei de cupru 18 μm, grosimea plăcii 1,6 mm;

- Toate componentele se vor plasa pe faţa superioară a plăcii, TOP;

- Componente pasive SMD chip 0805;

- Se pot folosi numai tranzistoare bipolare şi TEC-MOS în capsule SMD (SOT 23, DPAK). Tranzistoarele TEC-J pot fi utilizate numai dacă se justifică necesitatea acestora.

- Puncte de test: dreptunghiulare, maxim 4 – justificate de planul de testare;

- Originea (punctul de coordonate (0,0)) va fi plasat în colţul din stânga-jos al plăcii de cablaj imprimat, astfel toate elementele proiectului vor avea coordonate pozitive;

- Faţă de marginea plăcii, se va păstra o gardare („clearance”) de 1 mm; aici nu vor fi plasate componente, trasee, texte, etc.;

- Placa va fi prevăzută cu 2 markeri fiduciali globali pe layerul TOP, la distanța de 200 mil față de marginea plăcii, plasați convenabil; acești markeri vor exista și pe layerul Solder Paste Top (suprapuși peste cei de pe TOP); vor fi utilizați în momentul alinierii șablonului cu placa. Marcajul fiducial va fi un cerc cu diametru de 1 mm pe layerul respectiv, aflat într-un spațiu circular de diametru minim dublu față de cercul interior, în care nu se va afla nimic pe nici un layer;

- Se va acorda o atenţie sporită layer-ului Mască de inscripţionare (Silk Screen); acesta nu trebuie să se regăsească pe pad-urile componentelor;

- Se va genera un nou layer neelectric, MECANIC. Acesta va conţine: conturul plăcii, desenul de găurire („drill drawing”) şi tabelul de găurire („drill chart/table”, „drill legend”), o secţiune transversală prin circuitul imprimat proiectat („layer stack-up”) şi informaţiile mecanice necesare pentru fabricaţia PCB;

- Cotele de gabarit/dimensiunile plăcii nu trebuie să se regăsească pe layer-ul electric TOP; acestea, dacă există, se vor plasa pe un layer neelectric mecanic;

- Placa va fi prevăzută cu elementele de identificare ale proiectantului (nume, prenume, grupă, P1DCE 2024-2025).

Pentru traseele de interconectare se dau următoarele lăţimi:

- Curent de 1A - 26 mil;

- Curent de sute de mA - 18 mil;

- Semnal - 16 mil.

Spaţierea, în toate cazurile, va fi de 14 mil.

Găurile de trecere pentru semnale (vias-uri) vor avea diametrul de 0,4 mm.

Fișierele Gerber - standard 274X şi fişierul Excellon trebuie să conțină următoarele

informații:

- Conturul plăcii (board outline);

- Layer electric TOP;

- Layer electric BOTTOM;

- Layer neelectric Mască de inscripţionare (Silk Screen Top);

- Layer neelectric Mască de protecţie (Solder Mask Top și Bottom);

- Layer neelectric Şablon (Solder Paste Top);

- Lista de aperturi şi fişierul de găurire.

2.2. Schema bloc a montajului electric

A diagram of a medical procedure

Description automatically generated with medium confidence

Controlul în tensiune se face cu ajutorul unui tranzistor bipolar de tip NPN. În baza tranzistorului se conectează sursa de tensiune continuă de control. La 0V tensiune de control amplificarea este egala cu 1. La 2V tensiune de control amplificarea este egală cu 20.

1. Conținutul tehnic al proiectului

3.1. Schema electrică a montajului electric

A white paper with red lines and numbers

Description automatically generated

3.2. Simulări in timp

Vin sinusoidală:

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

Vout la Vcontrol = 0V (A = 1):

**A screen shot of a graph

Description automatically generated**

Vout la Vcontrol = 2V (A = 20):

**A screen shot of a graph

Description automatically generated**

3.3 Punctele statice de funcționare - PSF

Curenți la Vcontrol = 0V:

A diagram of a computer

Description automatically generated

Curenți la Vcontrol = 2V:

A diagram of a computer

Description automatically generated

Tensiuni la Vcontrol = 0V:

A diagram of a computer

Description automatically generated

Tensiuni la Vcontrol = 2V:

**A white grid with red and blue lines and dots

Description automatically generated with medium confidence**

Puteri la Vcontrol = 0V:

**A diagram of a computer

Description automatically generated**

Puteri la Vcontrol = 2V:

**A diagram of a computer

Description automatically generated**

3.4 Calcul punct static de funcționare – PSF

Tranzitor **BC846B** NPN ( Vce max = 65V , Icmax = 0,1A , P=250mW )

A paper with math equations and numbers

Description automatically generated

A math equations on a white paper

Description automatically generated

3.5 Schema electrică cu puncte de testare și conectori

**A white paper with many lines and dots

Description automatically generated with medium confidence**

3.6 Bill of Materials – BOM

A screenshot of a computer

Description automatically generated

1. Proiectarea și realizarea circuitului în tehnologie SMT & PCB

4.1. Imaginea generală a modulului electronic în Layout

A computer screen shot of a circuit board

Description automatically generated

4.2 Imaginea structurii TOP

A computer generated circuit board

Description automatically generated

4.3 Imaginea structurii BOTTOM

A black screen with orange lines

Description automatically generated

4.4 Imaginea structurii SSTOP

A black background with many square and square shapes

Description automatically generated with medium confidence

4.5 Imaginea structurii SPTOP

Blue squares on a black background

Description automatically generated

4.6 Imaginea structurii SMTOP

A screenshot of a computer

Description automatically generated

4.7 Imaginea structurii FAB

A black screen with yellow text

Description automatically generated

1. Asamblare PCB

5.1 Unelte necesare

Lipirea componentelor reprezintă fixarea și punerea în contact electric a

terminalelor acestora folosind un aliaj tip SnAgCu. Pentru acest lucru sunt necesare câteva unelte: stație de lipit, cositor (aliajul de lipire) și flux. Unele aliaje de lipire sunt disponibile cu unul sau mai multe nuclee de flux care trec prin centrul firului de lipire. Acest flux incorporat ajuta procesul de lipire, totuși uneori poate fi nedorit din mai multe motive (ex: metoda de curățare după lipire). Fluxul este un agent chimic folosit în procesul de lipire cu principalul scop de pregătire a suprafețelor de lipire prin înlăturarea oxizilor și impurităților.

5.2. Procedura de lipire

Temperatura vârfului de lipit se va regla la o temperatură de aproximativ

370°C (pentru lipit componentele din acest proiect), iar la finalul procesului de

lipire vârful acesteia nu trebuie curățat de cositor pentru a preveni oxidarea lui cât timp nu este folosit. Tresa absorbantă se folosește prin plasarea acesteia între zona de cupru ce se dorește a fi curățată și ciocanul de lipit. Odată ce temperaturea acesteia ajunge la punctul de topire al aliajului va transfera aliajul de pe PCB pe aceasta până se satureaza. Nu este recomadată mișcarea orizontala a acesteia pe PCB deoarece poate desprinde padurile componetelor de pe substrat. Se folosește doar perpendicular pe zonele ce se doresc a fi curățate.

1. Manual de utilizare

Preamplificatorul audio controlat în tensiune a fost proiectat pentru a

funcționa optim într-o conexiune unipolară la tensiunea de alimentare continuă de 12V, cea alternativă sinusoidală de 20mV, cu frecvența de 1KHz și cu o sarcină de 0.7kΩ.

• Vcc se va conecta la o tensiune continuă de 12V;

• LED-ul se va aprinde când se va aplica Vcc asupra circuitului, iar rolul său este sa indice prezența unei tensiuni;

• Vcc se va conecta la o tensiune continuă de 12V în punctul J1;

• VinSin se va conecta la o tensiune sinusoidală de 20mVef în punctul J3;

• Vcontrol se va conecta la o tensiune continuă de 0-2V în punctul J2;

• Vout se va măsura la bornele sarcinii sau în punctul CON2;

• Test point-urile se folosesc pentru a verifica, cu un multimetru, prezența tensiunii dorite;

• A nu se atinge componentele sau conexiunile in timpul funcționarii;

• A se manevra ținându-se de marginile plăcii de asamblare;

• A se feri de umezeală și expunerea îndelungată la razele soarelui;

1. Concluzii

Circuitul proiectat formează un preamplificator audio controlat prin tensiune esențial în sistemele audio, conceput pentru a amplifica semnalele audio de nivel scăzut înainte de procesarea sau amplificarea suplimentară.

Controlul în tensiune oferă flexibilitate pentru aplicații care necesită control în timp real al câștigului, cum ar fi mixarea audio, compresia dinamică sau ajustările automate ale volumului.

În timpul proiectării circuitului am folosit cunoștințele de la materiile CEF, DE și CIA pentru a realiza un circuit cât mai simplu care sa realizeze cerințele impuse. S-a reușit obținerea unui semnal de ieșire aproape unu la unu cu cel de intrare atunci când tensiunea de control este nulă. La tensiunea de control maximă de 2V curent continuu, semnalul de ieșire este de 20 de ori mai mare decât cel de intrare, având o mică componentă continuă.

1. Bibliografie

• Note de curs - Circuite electronice fundamentale, Prof. Neculoiu Dan, 2024

• Note de curs - Dispozitive electronice, Prof. Neculoiu Dan, 2023-2024

• Note de curs - Circuite integrate analogice, Prof. Cosmin Radu Popa, 2024

• Platforme Laborator Tehnici CAD de Realizare a Modulelor Electronice, Norocel Codreanu

• Platforme Laborator Tehnici de Interconectare în Electronică, Norocel Codreanu

• https://www.youtube.com/watch?v=0e\_OUyGCaBs&t=717s

• https://www.youtube.com/watch?v=IiilGiJZDsI